

DIE MIKROSKOPISCHE INNERVATION DES DARMKANALS DER KAULQUAPPEN

VON

I. HORVÁTH

Institut für allgemeine Zoologie und Biologie der József Attila Universität Szeged, Ungarn
(Dir.: Prof. Dr. A. ÁBRAHÁM)

Im Anschluss an die früheren vergleichenden neurohistologischen Untersuchungen der einzelnen Darmstrecken ausgewachsener Frösche wurden in der vorliegenden Arbeit die Innervationsverhältnisse im Darmtrakt von Kaulquappen studiert. Die Bewegungen des Darmkanales werden — ausser von den beiden bekannten Nervengeflechten — auch von zentral-vegetativen Nervenfasern beeinflusst. Aufschluss über den Ursprung dieser Fasern wurde aus den Nervendurchtrennungsversuchen erhalten (7). Die vorliegende Mitteilung bringt einige Beiträge zur näheren Erkenntnis der Innervation des Darmkanals auf Grund neurohistologischer Untersuchungen an Kaulquappen.

Material und Methoden

Aus den Erdgruben in der Umgebung von Szeged zur Zeit der Froschlaiche wiederholt gesammelte Kaulquappen wurden auf Grund ihrer äusseren morphologischen Merkmale und der Struktur ihrer Chromatophoren systematisch geordnet. Sie gehörten folgenden Arten an: *Rana ridibunda*, *Pelobates fuscus fuscus* und *Bufo viridis viridis*. Nach Fixierung in 10%igem neutralem Formalin wurden neurohistologische Präparate nach BIELSCHOWSKY—ÁBRAHÁM (2), BIELSCHOWSKY—GROS (3) und AGDUHR (11) hergestellt und die Azetylcholinesteraseaktivität mit der GEREBTZOFF—COUPLAND—HOLMESSchen Modifikation (6) des KOELLE—FRIEDENWALDSchen Verfahrens (9) untersucht.

Die Innervation des Darmkanals

Vom Verdauungstrakt der den obigen drei Froscharten angehörenden Kaulquappen wurde der Magen und der mehrfach gewundene Dünndarmabschnitt untersucht. Selbst die histologischen Schichten des Magens waren von einer Feinheit, dass Totalimprägnation als das geeigneteste Verfahren erschien. Die Magenschnitte wurden im Gefriermikrotom hergestellt, gingen aber infolge des lockeren Gefüges der die Nervelemente enthaltenden Gewebe mehrfach zugrunde, so dass ich die bezüglich der Innervation leichter bewertbaren Präparate aus den totalimprägnierten Darmabschnitten erhielt. Beim *Pelobates*

werden zwischen den einige Zellen hohen zirkulären und longitudinalen glatten Muskelschichten der *Tunica muscularis* des Magens — ebenso wie bei ausgewachsenen Fröschen — Nervenstämmе wahrnehmbar, die grösstenteils aus dünnen marklosen Fasern bestehen und nur vereinzelt auch dickere Fasern enthalten. Bei den beiden anderen Arten weisen die Nervenfasern des Magens Ähnlichkeit mit den im *Duodenum* gefundenen Nervenfasern auf. Zwischen der inneren zirkulären und der äusseren longitudinalen, aus 1–2 glatten Muskelzellen bestehenden Schicht der *Tunica muscularis* des Dünndarms werden in mehr-minder grosser Zahl nur einzelnstehende Fasern sichtbar, von denen die dickeren regelrecht in caudo-cranialer Richtung verlaufen (Abb. 1) und stellen-

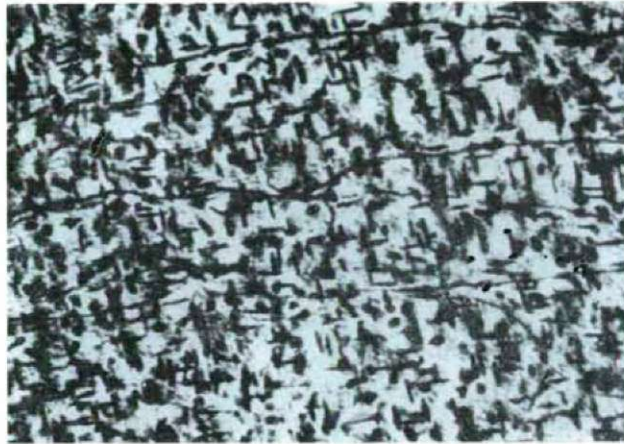


Abb. 1. *Rana ridibunda* (Kaulquappe): Parallel verlaufende dickere Nervenfasern im *Duodenum*. AGDUHR-Methode, Mikraufnahme, $\times 250$.

weise Fibrilliertheit aufweisen. In ihrem Verlauf entspringen nach dichotomischer Teilung dünnere Seitenäste, die in den zwischen den dickeren Fasern liegenden Gebieten quer verlaufen und — verjüngt — ohne Endringe zwischen den Zellen endigen. Die Nervenfasern gelangen durch das den Darmabschnitt verbundene Mesenterium zum Darm. Der Darmkanal ist noch sehr arm an Blutgefässen, in geringer Zahl sind sie in der Nähe des dem Darm anliegenden Mesenterium zu beobachten. In einem Falle konnte ich bei einer *Pelobates fuscus*-Kaulquappe runde Zellen beobachten, die meines Erachtens amöboide Bewegungen vollziehende, in Entwicklung befindliche Nervenzellen gewesen sein dürften (12). (Abb. 2), aus denen wahrscheinlich später in den Darmabschnitten bei ausgewachsenen Tieren gut zu unterscheidende Nervenzellen von einem DOGIEL-Typ hervorgehen (4). Ausserdem sind noch im *Duodenum* Nervenzellen anzutreffen, die kleinere oder grössere Gruppen bilden (5), (Abb. 3), und deren runder Kern randständig gelagert ist. Bei den im *Mesenterium* gefundenen Zellen füllt der Kern noch fast die ganze Zelle aus und hat nicht so entschieden runde Form wie in den an der Pylorus-Duodenumgrenze befind-

lichen Zellen. Nach meiner Ansicht dürften diese beiden Zelltypen nach ihrer Differenzierung die Grundform der DOGIEL I.- und DOGIEL II.-Zellen darstellen. Zur näheren Entscheidung der Frage sind neurohistologische Untersuchungen bei entwickelten, über einen degenerierenden Schwanz verfügenden Fröschen nötig, darüber hinaus möchte ich meine Forschung auch auf die Erkennung des *Truncus sympathicus* ausdehnen.

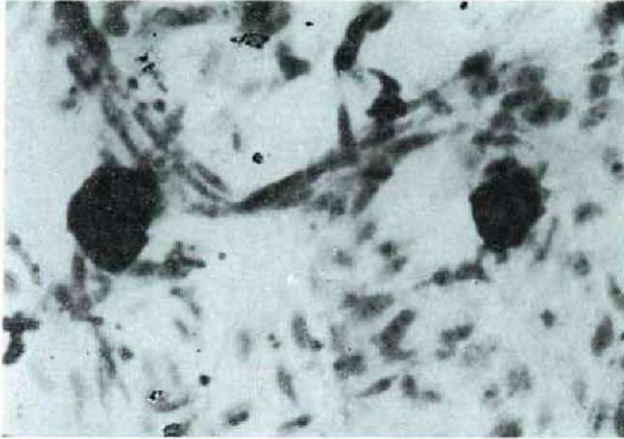


Abb. 2. *Pelobatus fuscus* (Kaulquappe): In Teilung begriffene Nervenzelle im Mesenterium des Darmes. AGDUHR-Methode Mikroaufnahme, x 650.



Abb. 3. *Rana ridibunda* (Kaulquappe): Kleinere Gruppen bildende runde Nervenzellen an der Grenze zwischen Pylorus und Duodenum. AGDUHR-Methode. Mikroaufnahme, x. 945.

Die Azetylcholinesteraseaktivität des Darmkanals

Die zu den Untersuchungen verwendeten Darmabschnitte der drei Kaulquappenarten wurden als Totalpräparate nach den erwähnten Methoden (6–9) unter Benutzung der auf pH 5 eingestellten Inkubationslösungen aufgearbeitet. Zur Sonderung der beiden Cholinesterasen habe ich neben der Azetylcholinjodidinkubation auch die Butyrlthiocholininkubation benutzt und parallel ausserdem einen Teil der Darmabschnitte mit einer 10^{-8} M spezifisch hemmenden Diisopropyl-Fluorophosphatlösung vorinkubiert (8). In den mit Azetylthiocholin inkubierten, sowie den mit Diisopropyl-Fluorophosphat vorbehandelten und mit Azetylthiocholin inkubierten Magen- und Duodenumpräparaten war entlang der Nervenfasern eine Aktivität (Dunkelbraunfärbung) festzustellen (Abb. 4). Bei den mit Butyrlthiocholin inkubierten, sowie den mit Diisopropyl-

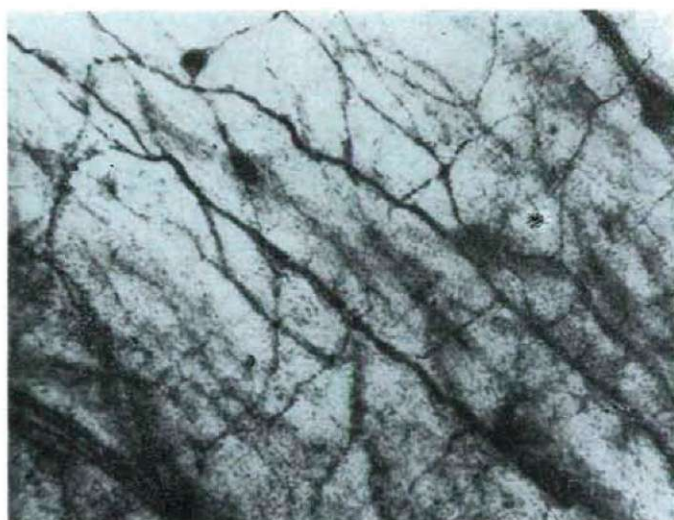


Abb. 4. *Pelobates fuscus* (Kaulquappe): Azetylcholinesteraseaktivität im *Plexus myentericus* des *Ventriculus*. GEREBTZOFF—COUPLAND—HOLMESSche Modifikation des KOELLE—FRIEDENWALDSchen verfahrens. Mikroaufnahme, $\times 210$.

fluorophosphat vorbehandelten + mit Butyrlthiocholin inkubierten Präparaten war dagegen keine Spur einer Aktivität festzustellen. Die Auswertung der Präparate ergibt somit, dass im Darmkanal der Kaulquappen dieser untersuchten Froscharten spezifische Cholinesterase vorkommt, und bei einigen der erwähnten Zelltypen ebenfalls eine echte Cholinesteraseaktivität zur Beobachtung gelangte. Im Darmkanal der ausgewachsenen Exemplare dieser Arten konnte — besonders bei einem Teil der die Gefässe begleitenden Nervenfasern und den DOGIEL I- und DOGIEL II-Zellen — eine Aktivität beobachtet werden. Vergleicht man diese Befunde mit den von MÜLLER bei Embryonen von Wirbeltieren durchgeführten Untersuchungen — wonach aus dem zentralen Vagus-

system durch den Nervenstamm des *Vagus* Nervenzellen in die intramuralen Darmplexuse eintreten können (1, 10), so können die bei den von mir untersuchten Kaulquappen eine Cholinesteraseaktivität zeigenden Nervenzellen als vom *Vagus* stammend betrachtet werden.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse der an den Kaulquappen der drei Froscharten (*Rana ridibunda*, *Pelobates fuscus* und *Bufo viridis*) durchgeführten neurohistologischen und Cholinesteraseuntersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Zwischen den beiden Muskelschichten der *Tunica muscularis* kommen im Magen neben dünnen, marklosen Fasern im Nervenstamm auch einige dickere Nervenfasern vor.

2. Im Dünndarm finden sich in caudo-cranialer Richtung parallellaufende Nervenfasern, die sich dichotom verzweigen und zwischen den Zellen endigen.

3. Im *Mesenterium* und im *Plexus mesentericus* sind zwei verschiedene, gut voneinander zu unterscheidende, noch fortsatzlose, undifferenzierte Nervenzellentypen zu beobachten.

4. An einigen Nervenzellen der Darmstrecken und entlang der Nervenfasern war eine spezifische Cholinesteraseaktivität festzustellen.

Schrifttum

1. ÁBRAHÁM, A.: Über die Innervierung des Verdauungstraktes einiger Knochenfische. Arbeiten der I. Abteilung des Ungarischen Forschungsinstitutes, 6. p. 1—12. Tihany, 1933.
2. ÁBRAHÁM, A.: The comparative histology of the stellate ganglion. Acta Biol. Acad. Sci. Hung. 2. p. 311. Budapest, 1951.
3. ÁBRAHÁM, A.: Az aortaívek szerkezete és végződésformái a kutya artériás törzseiben. Ann. Biol. Univ. Hung. Pars Szegediensis, 1. p. 325., 1952.
4. CAMPENHOUT, E. VAN: Contribution to the problem of the development of the sympathetic nervous system. J. of Exper. Zool. 56. p. 295—320. Philadelphia, 1930.
5. COUJARD, R.: Recherches sur les plexus nerveux de l'intestin. Arch. Anat. micros. et morph. exp. 39. p. 110—151. Paris, 1950.
6. COUPLAND, R. E.; HOLMES, R. L.: The use of cholinesterase techniques for the demonstration of peripheral nervous structures. Quart. J. Microscop. Sci. 98. p. 327. Oxford, 1957.
7. HORVÁTH, I.: A hazai békák bélcsatornájának összehasonlító bonc- és szövettana. Doktori értekezés. Szeged, 1961.
8. KISZELY, Gy.; BARKA, T.: Gyakorlati mikrotechnika és hisztokémia. Medicina, Budapest, 1958.
9. KOELLE, G. B.; FRIEDENWALD, J. S.: Histochemical method for localising cholinesterase activity. Proc. Soc. Exper. Biol. Med. 70. p. 617. New-York, 1949.
10. LAWRENTJEW, B. I.: Zur Lehre von der Cytoarchitektonik des peripherischen, autonomen Nervensystems I. Zeitschr. f. mikr. anat. Forschung, 23. p. 527. Leipzig, 1931.
11. SZÜTS, A.: Az ép és kóros szövettani vizsgálatok módszere. Budapest, 1936.
12. TÖRÖ, I.: Az ember fejlődése. Budapest, 1953.